



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 195 24 939 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 60 T 8/00  
B 60 T 8/32  
B 60 T 8/60

②1 Aktenzeichen: 195 24 939.9  
②2 Anmeldetag: 8. 7. 95  
④3 Offenlegungstag: 9. 1. 97

DE 19524939 A1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

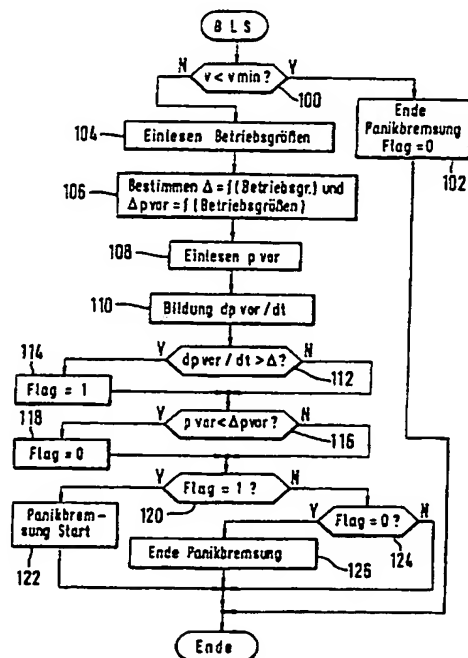
⑦2 Erfinder:  
Pueschel, Helmut, Dipl.-Ing., 71672 Marbach, DE;  
Wiss, Helmut, 71696 Moeglingen, DE; Gerdes,  
Manfred, Dipl.-Ing., 70825 Korntal-Muenchingen, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 44 13 172 C1  
DE 43 38 067 C1  
DE 41 32 470 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs

⑤7 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs vorgeschlagen, bei welchem bei Überschreiten eines Schwellwertes durch die Vordruckänderungsrate ein automatischer Bremsvorgang eingeleitet wird, wobei der Schwellwert mit zunehmendem Gefahrenpotential kleiner wird.



DE 195 24 939 A 1

## Beschreibung

## abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Vorrichtung ist aus der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 1 95 01 760.9 bekannt. Dort wird eine Steuerung für eine Bremsanlage vorgestellt, bei welcher in bestimmten Betriebssituationen abhängig vom Fahrerwunsch Bremskraft über die eigentliche Fahrervorgabe hinaus auf die Radbremsen aufgebracht wird. Eine solche Betriebssituation ist zum Beispiel die Bremsreaktion eines Fahrers in einer Gefahrensituation. Dort führt die bekannte Vorgehensweise zu einer Verkürzung des Bremsweges. Zur Erkennung dieser Panikbremssituation wird bei dem bekannten Steuersystem der im Hauptbremszylinder auftretende Vordruck, der vom Fahrer vorgegeben wird, ausgewertet. Überschreitet die Druckänderungsrate einen vorgegebenen Schwellwert, wird übermäßig Druck aufgebaut. Der Druckaufbau erfolgt dabei durch Ansteuerung einer Pumpe, die den Druck in der vorzugsweise hydraulischen Bremsanlage erhöht. Ein Ende des übermäßigen Druckaufbaus wird eingeleitet, wenn der Vordruck einen vorgegebenen Schwellwert unterschreitet. Dann wird der Bremsdruck in den Radbremszylindern wieder auf das vom Fahrer vorgegebene Maß eingestellt. Die Bestimmung des die Panikbremsung auslösenden Schwellwertes für die Druckänderungsrate kann in einigen Anwendungsfällen außerordentlich schwierig sein, da die Erkennung der Panikbremsung in jeder Fahrsituation zuverlässig sein muß.

Es ist Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen anzugeben, welche eine zuverlässige Erkennung einer Panikbremsung anhand der Druckänderungsrate des Vordrucks einer Bremsanlage in jeder Fahrsituation gewährleistet.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

## Vorteile der Erfindung

Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise wird in jeder Fahrsituation eine panische Bremsreaktion des Fahrers zuverlässig erkannt. Eine Fehlinterpretation des Fahrerwunsches (fehlerhaftes Erkennen oder kein Erkennen einer Panikbremssituation) wird wirksam vermieden.

Dabei ist von besonderem Vorteil, daß dies ohne zusätzliche Sensoren oder anderen apparativen Mehraufwand erreicht wird.

Besonders vorteilhaft ist, daß zur Erkennung der Panikbremsung mit höheren Vordrücken, Fahrzeuggeschwindigkeiten, Quer- und Längsbeschleunigungen, Motorleistungen, mit schnelleren Lenkradbewegungen oder mit zunehmenden Eingriffen eines Fahrdynamikreglers empfindlicher werden kann.

Besonders vorteilhaft ist, daß eine situationsabhängige und störsignalabhängige Filterung des Änderungssignals vorgenommen wird, so daß eine zuverlässige Erkennung der Panikbremssituation gewährleistet wird.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie aus den

5 Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein Hydraulikschaltbild der Bremsanlage eines Fahrzeugs. Fig. 2 zeigt anhand eines Flußdiagramms 10 Hinweise zur Realisierung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise als Rechnerprogramm.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

15 In Fig. 1 ist die Bremsanlage eines Fahrzeugs dargestellt. Dabei ist dem linken Hinterrad der Bremszylinder 10, dem rechten Hinterrad der Bremszylinder 12, dem linken Vorderrad der Bremszylinder 14 und dem rechten Vorderrad der Bremszylinder 16 zugeordnet. Dabei bildet die Bremsanlage für die Hinterräder einen ersten 20 Bremskreis I, die der Vorderräder einen zweiten Bremskreis II. Jeder der Radzylinder steht mit je einem Auslaßventil (AV) und mit einem Einlaßventil (EV) in Verbindung. Die Ventile werden von einer nicht dargestellten 25 Steuereinheit elektrisch betätigt. In ihrer Arbeitsstellung (angesteuerter Zustand) verbinden die Auslaßventile die Radbremszylinder in jedem Bremskreis über je ein Rückschlagventil 20 bzw. 20' mit je einer Rückförderpumpe 25 bzw. 25'. In ihrer unerregten Grundstellung 30 sperren die Auslaßventile diese Verbindung.

Zwischen den Auslaßventilen und der Rückförderpumpe jedes Bremskreises ist ein Niederdruckspeicher 30 bzw. 30' angeordnet. Die Einlaßventile ermöglichen für jeden Bremskreis in ihrer unerregten Grundstellung 35 einen ungehinderten Durchlaß von Druckmittel vom Hauptbremszylinder 33 über ein Umschaltventil 32 bzw. 32' in die Radbremszylinder. Bei Ansteuerung sperren die Einlaßventile diesen Durchlaß. Ferner ist zwischen dem Eingang der Rückförderpumpen 25 bzw. 25' und dem Bremsgerät 34 Steuerventile 36 bzw. 36' eingebaut, 40 welche in Verbindung mit den Umschaltventilen 32 bzw. 32' den Bremsdruckaufbau bei einer Antriebsschlupfregelsituation sicherstellen. Ferner ist im Bereich des Bremsgeräts wenigstens ein Drucksensor 38 zur Erfassung 45 des vom Fahrer vorgegebenen Vordrucks P<sub>vor</sub> angebracht.

Im Normalbetrieb befinden sich alle Magnetventile in ihrer Grundstellung. Bei Betätigen des Bremspedals wird Druck über die Umschalt- und Einlaßventile in die 50 jeweiligen Radbremszylinder eingesteuert. Wird eine Blockierneigung eines Rades erkannt, wird das entsprechende Einlaßventil gesperrt, das Auslaßventil ggf. angesteuert. Die Rückförderpumpe saugt in diesem Betriebszustand Bremsflüssigkeit aus den Radbremszylindern ab. Wird ein übermäßiges Durchdrehen eines Rades 55 erkannt, werden die jeweils zugeordneten Umschalt- und Steuerventile in die Arbeitsstellung gebracht und die Rückförderpumpe aktiviert. Dadurch kann in den Radbremszylindern Druck aufgebaut werden zur Verlangsamung des jeweiligen Rades. Zum Druckabbau wird das Einlaßventil geschlossen und das Auslaßventil 60 geöffnet. Die Auswertung der Radgeschwindigkeiten sowie die Ansteuerung der Ventile wird durch eine in Fig. 1 nicht dargestellte elektronische Steuereinheit durchgeführt. 65

In Gefahrensituationen möchte der Fahrer das Fahrzeug mit dem möglichst kürzesten Bremsweg bremsen. Daher betätigt er das Bremspedal sehr schnell und mit

großer Kraft. Dadurch wird der Vordruck in den Bremsleitungen der Bremskreise schnell sehr groß. Je nach Auslegung der Bremsanlage tritt in diesen Bremssituationen die Problematik auf, daß der Fahrer zwar sehr schnell anbremst, jedoch nicht den für eine optimale Verzögerung notwendigen Bremsdruck auf die Radbremszylinder aufbringen kann. Aus dem eingangs genannten Stand der Technik ist bekannt, in der geschilderten Bremssituation den Druckaufbau aktiv zu unterstützen. Zu diesem Zweck wird anhand der Druckänderungsrate des Vordrucks eine solche Panikbremssituation erkannt und bei erkannter Panikbremsung durch Ansteuern der Umschalt- und Steuerventile sowie Aktivieren der Rückförderpumpe schnell sehr viel Druck in den Radbremszylindern aufgebaut. Dies kann bis zum Blockieren aller Räder und Ansprechen des Antiblockierschutzreglers führen.

Wesentlicher Unterschied zwischen einer Normalbremsung, die letztendlich auch zum Ansprechen der ABS-Regelung führen kann, und einer Panikbremsung in Gefahrensituationen ist, daß bei der ersten der Fahrer maßvoll anbremst, die Fahrzeugreaktion prüft und dann aufgrund der erkannten Notwendigkeiten nach und nach den Bremsdruck erhöht. Im Gegensatz dazu tritt der Fahrer bei einer Panikbremsung das Bremspedal mit voller Kraft durch. Dies bedeutet, daß der Vordruck schon beim Antreten sehr große Änderungsraten erreicht ( $> 30$  bar pro 20 ms). Dies hat sich als typischer Signalverlauf bei panischen Fahrerreaktionen in Gefahrensituationen herausgestellt und wird für die Erkennung dieser außergewöhnlichen Bremssituation ausgenutzt.

Zur Erkennung der Panikbremsung ist es also notwendig, die Vordruckänderungsrate zu bestimmen und sie mit einem Schwellwert zu vergleichen, dessen Überschreiten den Beginn einer Panikbremsung anzeigt. Zur Ermittlung der Vordrucksänderungsrate sind geeignete Filtermethoden notwendig, um Fehlmessungen zu vermeiden.

Erfindungsgemäß wird eine Tiefpaßfilterung vorgenommen, wobei die Filterkonstante des Tiefpaßfilters situations- und störsignalabhängig ist. Dabei wird die Filterkonstante je nach einstreuer Störfrequenz vorgegeben. Insbesondere die Motordrehzahl und die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs führen zu einer Verschiebung der Störsignalfrequenzen. Die entsprechende Abhängigkeit der Filterkonstante von den oder der Betriebsgröße wird experimentell bestimmt.

Bei der Bestimmung des Schwellwertes ist ebenfalls die jeweilige Situation zu beachten. Bei hohen Vordrücken ist es schwierig, über das Bremspedal einen hohen Vordruckgradienten zu erzeugen. Daher wird eine entsprechende Beeinflussung des Schwellwertes im Sinne einer Erniedrigung des Schwellwertes vorgenommen, wodurch die Erkennung der Panikbremsung bei höheren Vordrücken empfindlicher wird. Entsprechendes gilt bei hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten, bei hohen Fahrzeugdrehraten, Quer- und Längsbeschleunigungen, bei schnellen Lenkradbewegungen und hohen Motorleistungen. All diese Betriebsgrößen sind Indikatoren für mögliche Gefahrensituationen, auf die mit erhöhten Empfindlichkeit der Panikbremsungserkennung reagiert wird. Entsprechendes gilt bei vorhandenem Fahrdynamikregler bei einem aktiven Druckaufbau dieses Fahrdynamikreglers, was für sich genommen bereits eine vom Fahrer möglicherweise erkennbare Gefahrensituation charakterisiert. Auch hier ist eine empfindlichere Panikerkennung sinnvoll.

Hinweise zur Realisierung dieser erfindungsgemäßen Vorgehensweise als Programm eines in der Steuereinheit vorhandenen Mikrocomputers ist in Fig. 2 anhand des dort skizzierten Flußdiagramms beschrieben.

Der dort beschriebene Programmteil wird bei Betätigen des Bremspedals durch Schließen des Bremspedalschalters (BLS) aktiviert. Im ersten Schritt 100 werden Bedingungen überprüft, unter denen ein automatischer Bremsvorgang des Fahrzeugs im obengenannten Sinne nicht durchgeführt wird. Wesentlich ist, daß im Schritt 100 die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Minimalwert, welcher im Bereich von einigen Stundenkilometern liegt, verglichen wird. Unterschreitet die Fahrzeuggeschwindigkeit diesen Minimalwert, so kann aus Sicherheitsgründen ein automatischer Bremsvorgang nicht eingeleitet werden. Entsprechend wird im Schritt 100 ein automatischer Bremsvorgang verboten, wenn Fehlerzustände im Bereich der Sensoren bzw. der Sensorsignale vorliegen. Wird ein solcher Betriebszustand im Schritt 100 erkannt, wird gemäß Schritt 102 eine gerade durchgeführte Panikbremsung beendet und eine Marke auf den Wert 0 gesetzt. Danach wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt.

Sind die Bedingungen gemäß Schritt 100 nicht erfüllt, kann ggf. ein automatischer Bremsvorgang eingeleitet werden. Im Schritt 104 werden die im weiteren Verlauf des Programmteils zu verarbeitenden Betriebsgrößen eingelesen. Diese sind je nach Ausführungsbeispiel Vordruck, Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeugdrehrate, Querbeschleunigung, Längsbeschleunigung, Lenkwinkeländerung, aktuelle Motorleistung bzw. -moment und/oder Bremsdruckanforderung eines Fahrdynamikreglers. Entsprechend wird im Schritt 106 der Schwellwert  $\Delta$  für die Druckänderungsrate abhängig von wenigstens einer der obengenannten Betriebsgrößen bestimmt. Die einzelnen Kennlinien bzw. Kennfelder sind dabei experimentell für jeden Fahrzeugtyp und für jede Betriebsgröße zu bestimmen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hat sich als Funktionsverlauf für die Einzelfunktion aus einer von einem unteren zu einem oberen Grenzwert laufenden geraden Stück als geeignet erwiesen. Generell wird der Schwellwert  $\Delta$  niedriger und damit die Erkennung einer Panikbremsung empfindlicher mit steigendem Vordruck, steigender Fahrzeuggeschwindigkeit, höherer Drehrate, höherer Querbeschleunigung, höherer Längsbeschleunigung, größerer Lenkwinkeländerung, größerer Motorleistung bzw. -moment und höherer Bremsdruckanforderung eines Fahrdynamikreglers. Ferner wird ein Schwellwert  $\Delta_{vor}$  für den Absolutwert des Vordrucks abhängig von Betriebsgrößen eingelesen.

Im darauffolgenden Schritt 108 wird der gemessene Vordruck  $P_{vor}$  eingelesen und im darauffolgenden Schritt 110 die Druckänderungsrate bestimmt. Dies erfolgt durch Differenzbildung des aktuell eingelesenen Vordrucks und des aus dem vorherigen Programmdurchlauf eingelesenen, bezogen auf das Zeitintervall zwischen zwei Abtastzeitpunkten. Das Signal für die Vordruckänderungsrate wird dann tiefpaßgefiltert. Die Filterkonstante orientiert sich dabei an dem Störfrequenzbereich, der durch bekannte Druckpulsationen z. B. durch die Rückförderpumpen der Bremsanlage oder durch Signalstörungen von z. B. Ventileinschaltströmen etc. vorgegebenen ist. Dies bedeutet, daß beispielsweise bei einem großen Vordruck eine andere Filterung durchgeführt werden kann als bei kleineren Werten. Wurde die Druckänderungsrate ermittelt, wird

im Schritt 112 die im Schritt 110 berechnete Druckänderungsrate mit dem im Schritt 106 ausgelesenen Schwellwert  $\Delta$  verglichen.

Überschreitet die Druckänderungsrate diesen Schwellwert, so wird im Schritt 114 eine Marke auf den Wert 1 gesetzt. Diese Marke gibt an, ob das Überschreiten des Schwellwertes durch die Vordruckänderungsrate erstmalig erkannt wurde. Danach wird gemäß Schritt 116 der Absolutwert des Vordrucks mit einem Schwellwert  $\Delta_{\text{vor}}$  verglichen. Ist der Vordruck kleiner als der Schwellwert, wird im Schritt 118 die Marke auf den Wert Null gesetzt, andernfalls unverändert beibehalten. Dieser Schritt erlaubt die Einleitung einer Panikbremsung nur dann, wenn der Absolutwert als Vordruck eine vorbestimmte Schwelle überschritten hat bzw. gibt das Ende einer Panikbremsung an. Daraufhin wird im Schritt 120 überprüft, ob die Marke den Wert 1 aufweist. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 122 Panikbremsung eingeleitet, der Druck in den Radbremsen schnell aufgebaut. Ist die Marke nicht auf dem Wert 1, wird im Schritt 124 überprüft, ob sie den Wert Null aufweist. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 126 die Panikbremsung beendet, der zusätzliche Druckaufbau in der Bremsanlage abgebaut und der Bremsdruck in den Radbremszylindern gemäß der Fahrervorgabe eingestellt.

rung vorgenommen wird, die situations- und störsignalabhängig ist.

11. Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, mit einer Steuereinheit, welche den Bremsdruck in den Radbremszylindern unabhängig von der Fahrervorgabe auf- und/oder abbaut, wobei die Steuereinheit die Vordruckänderungsrate bestimmt und bei Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes einen automatischen Bremsvorgang einleitet, wobei die Steuereinheit Mittel umfaßt, welche den vorgegebenen Schwellwert abhängig von Betriebsgrößen, die eine Gefahrensituation anzeigen, verändern, derart, daß das Auslösen des automatischen Bremsvorgangs mit zunehmenden Gefahrenpotential empfindlicher wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, wobei an den Radbremsen unabhängig von der Fahrervorgabe Druck aufgebaut oder abgebaut wird, wobei bei Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes durch die Änderungsrate des vom Fahrer beeinflussten Vordrucks der Bremsanlage ein automatischer Bremsvorgang ausgelöst wird, wobei der Schwellwert abhängig von wenigstens einer Betriebsgröße, die eine Gefahrensituation anzeigt, verändert wird, so daß die Auslösung mit zunehmendem Gefahrenpotential empfindlicher wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Betriebsgröße der Vordruck ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße die Fahrzeuggeschwindigkeit ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße die Fahrzeugdrehrate ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße die Querschleunigung des Fahrzeugs ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße die Längsbeschleunigung ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße die Lenkwinkeländerung ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße die abgegebene Motorleistung bzw. das abgegebene Motormoment ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße die Bremsdruckanforderung eines Fahrdynamikreglers ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung der Vordruckänderungsrate eine Tiefpaßfilterung vorgenommen wird, die situations- und störsignalabhängig ist.

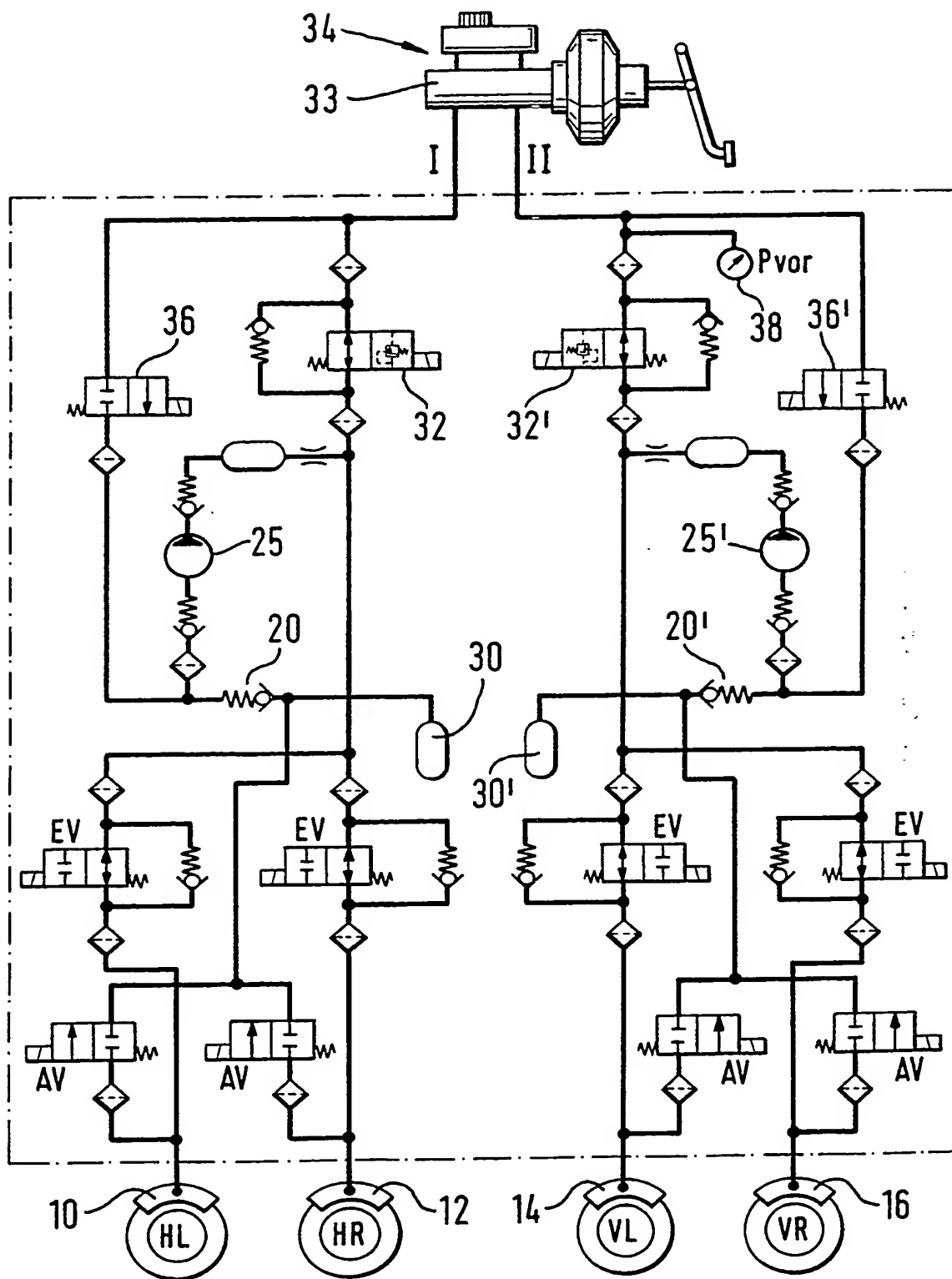


FIG. 1

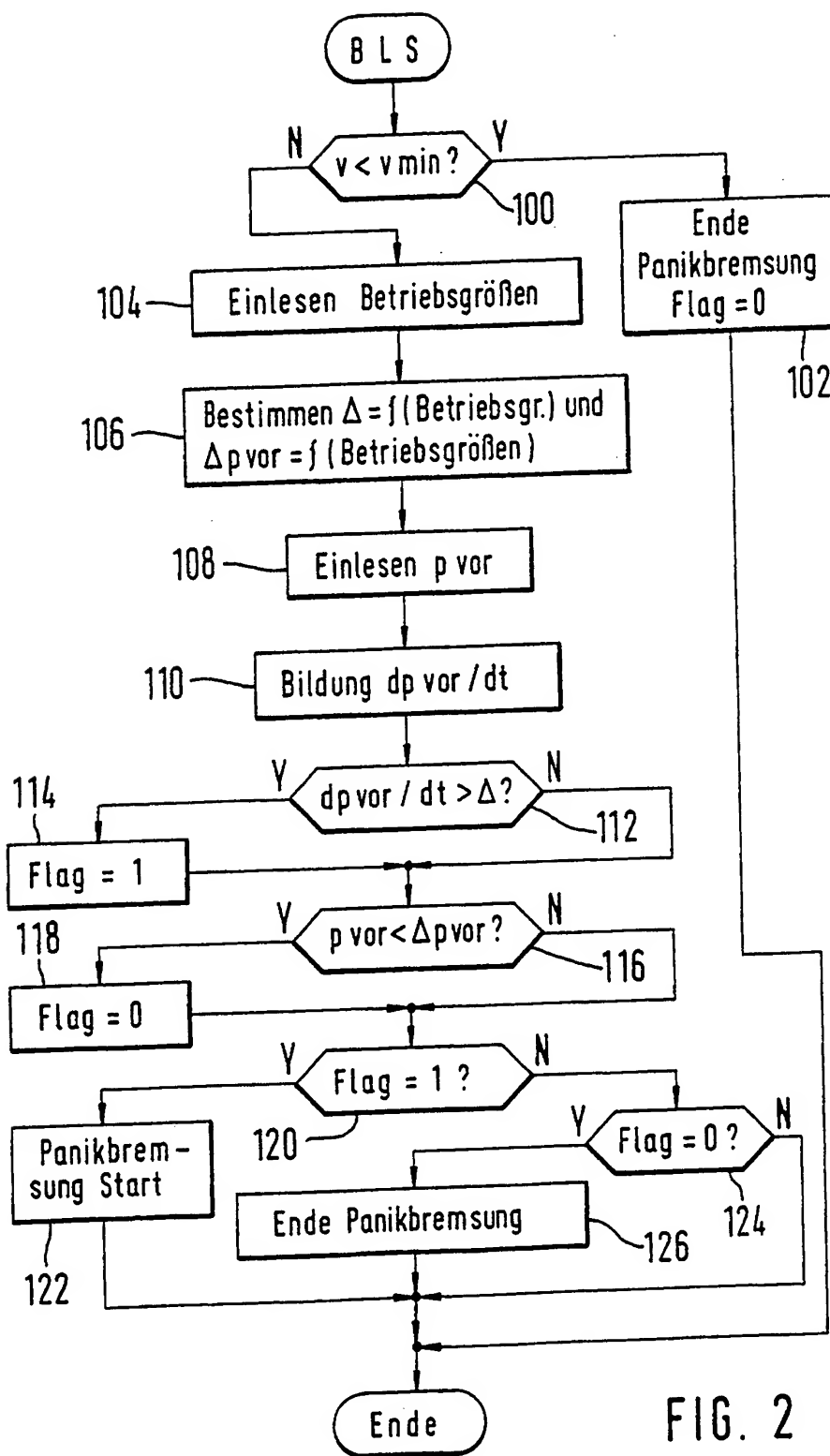


FIG. 2